〈目次〉

第１講　理論化学①　…… p. 2
第２講　理論化学②　…… p. 6
第３講　有機化学　…… p. 10
第４講　高分子化合物　…… p. 14

第１講　理論化学①

1

問１　図１に示すような体積と温度を自由に変えることのできるピストン付き容器に0.15 mol の水素と0.20 mol の水を入れ，温度を60℃に保ち，ピストンに0.50×10^5 Pa の圧力をかけた。このとき，水は一部液体であった(状態Ⅰ)。温度を一定に保ったまま，ピストンへの圧力をゆっくり下げ，容器内の水がすべて水蒸気になった(液体の水がすべてなくなった)ところでピストンを止めた(状態Ⅱ)。その後，さらにピストンへの圧力を下げた(状態Ⅲ)。飽和水蒸気圧は図2 に示すように変化し，60℃においては0.20×10^5 Paである。容器内の液体の体積は無視できるものとして，(1)〜(4)に答えよ。ただし，水素は水に溶解しないものとする。また，容器内の気体の圧力はピストンにかかる圧力と常に等しいものとする。

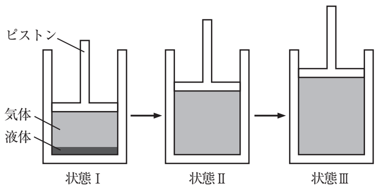


図１

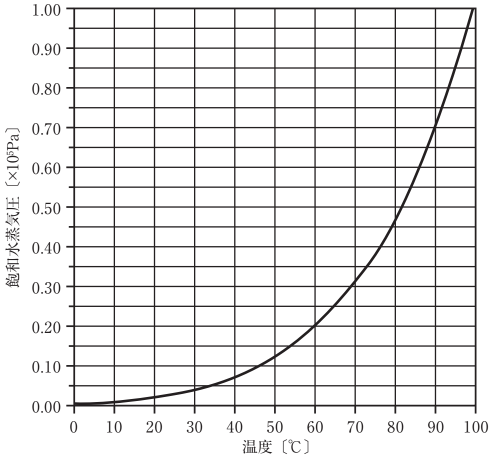


図２

(1)　状態Ⅰにおける容器内の体積を求めよ。

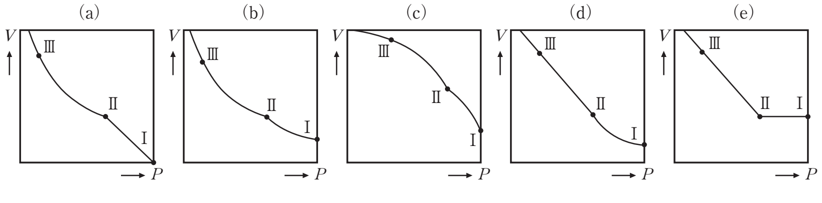
(2)　状態Ⅰにおける容器内の体積を固定したまま，温度を上げた。容器内の水がすべて水蒸気に変化する温度(液体の水がすべてなくなる温度)は，次の(a)〜(e)のどの温度範囲に含まれるか。最も適当なものを一つ選べ。

(a)　60 〜 70℃　(b)　70 〜 80℃　(c)　80 〜 90℃

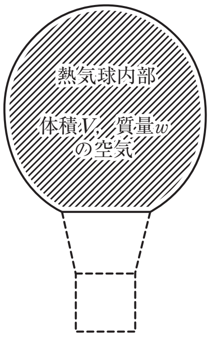
(d)　90 〜 100℃　(e)　100℃以上

(3)　状態Ⅱにおける容器内の体積を求めよ。

(4)　状態Ⅰから状態Ⅲへの変化によって，容器内の圧力Pと体積Vの関係はどのように変化するか。最も適当な図を次の(a)〜(e)から一つ選べ。



問２　図の熱気球について次の文を読み，問いに答えなさい。実線で囲まれた斜線部は熱気球内部を表し，体積V，質量wの空気でみたされている。空気の質量wを除く，実線と点線で書かれた熱気球装置の質量をWとする。熱気球装置の質量Wと熱気球内部の空気の質量wを合わせた総質量が浮力とつりあうとき，熱気球は浮上し始める。ここでは，浮力は斜線部が押しのけた空気の質量のみとする。いま，温度27℃，1.00×10^5 Paの大気中において，熱気球装置の質量Wが240 kg，熱気球内部の体積Vが9.96×10^5 Lの熱気球がある。この熱気球は，熱気球内部の気体の温度が何℃になると浮上し始めるか。ただし，空気の見かけの分子量は29 とし，熱気球内部の圧力と外気圧は等しいものとする。



質量Wの熱気球装置
ただし，質量Wは熱気球内部の
空気の質量wを含まない。

2　次の文章を読み，問に答えなさい。ただし，大気圧は1.01×10^5 Pa，空気中の酸素の割合は体積パーセントで21％とする。

血液は，肺から取り入れられた酸素を体内に運ぶ役割を果たしている。血液は血球成分と血漿(けっしょう)成分から構成され，酸素はおもに赤血球により運ばれるが，血漿中にも溶解する。血漿のみを37℃，大気圧において空気と接触させて血漿中の酸素濃度が平衡状態に達したとき，血漿100 mL中に含まれる酸素の物質量は［(7).(8)］$\times 10^{-[(9)]}$ molである。

赤血球の酸素運搬機能を代替する方法の一つとして，酸素溶解能の高いFDCと呼ばれる化合物を用いた人工血液が開発された。FDCは炭化水素の水素原子をすべてフッ素原子で置き換えた化合物の一つで高い酸素溶解能を持つが，疎水性が大きく水に溶けないため界面活性剤を用いて乳濁液として用いられる。血漿90mLとFDC10mLから調製した人工血液を37℃，大気圧において空気と接触させて酸素濃度が平衡状態に達したとき，この人工血液に含まれる酸素の物質量は［(10).(11)］$\times 10^{-[(12)]}$ molである。

一方，血漿中には電解質や①<u>タンパク質が溶解しており</u>，血漿はこれらの物質を運搬する役割も担っている。血漿の浸透圧は一定に保たれており，②<u>血漿と同等の浸透圧を持つ輸液剤と呼ばれる水溶液</u>は，体内から失われた水分・電解質・栄養などを補う目的に利用される。

問１　［(7)］～［(12)］に入る適切な数字を答えなさい。ただし，［(7)］，［(10)］に入る数値は０ではない。また，37℃，大気圧における酸素の，血漿に対する溶解度を1.03×10^{-3} mol/L，FDCに対する溶解度を2.06×10^{-2} mol/Lとし，界面活性剤は酸素の溶解度に影響せず，人工血液への酸素の溶解量は血漿とFDCそれぞれへの溶解量の和として求めることができるものとする。

問２　下線部①について，血漿中に含まれているタンパク質P 0.500gを水に溶解し100mLの水溶液とした。このタンパク質Pの水溶液の浸透圧を37℃で測定したところ，2.08×10^2 Paであった。このタンパク質Pの分子量は［(13).(14)］$\times 10^{[(15)]}$である。［(13)］～［(15)］に入る適切な数字を答えなさい。ただし，［(13)］に入る数値は０ではない。また，水溶液にはタンパク質Pのみが溶解しており，タンパク質Pの電離による分子量の変化は無視できるものとする。

問３　下線部②について，グルコース3.60 gおよび塩化ナトリウムを水に溶解して，37℃で血漿と同じ浸透圧となる輸液剤200 mLを調製する。このとき，必要となる塩化ナトリウムの質量は［(16).(17)］gである。［(16)］～［(17)］に入る適切な数字を答えなさい。ただし，37℃における血漿の浸透圧は7.34×10^5 Paとし，塩化ナトリウムは100％電離するものとする。

＜Note＞

テキスト解答

第１講

1

問１　(1)　14L　(2)　(b)　(3)　28L　(4)　(b)

問２　1.1×10^{2}℃

2

問１　(1)　2.2×10^{-5}　(2)　6.3×10^{-5}

問２　6.2×10^{4}

問３　1.1